

Versuche zur Aktivierung letaler Keimkombinationen

Von

E. FISCHER, Zürich

(mit 1 Tafel im Text)

In einer 1931 in dieser Vierteljahrsschrift, Heft 3 und 4, erschienenen mit 4 Tafeln illustrierten Arbeit wurde über eine erstmals im Tierreich erreichte Züchtung eines in sich also ohne Rückkreuzung fortpflanzungsfähigen Artbastardes bei Schmetterlingen berichtet. Es betraf den Hybriden *euphaës* Denso der beiden Schwärmerarten *euphorbiae* (Wolfsmilchschwärmer) und *hippophæes* (Sanddornschwärmer) der Gattung *Celerio* Oken (= *Deilephila* Laspeyres). Ein glücklicher Zufall oder ein Einfall mochte es gefügt haben, dass gerade diese Verbindung *C. euphorbiae* ♂ × *C. hippophæes* ♀ zustande kam und eben dadurch eine zweite oder F_2 -Generation ermöglichte, die eine für den mendelschen Erbgang so überraschend klare Dominanz und Spaltung nicht bloss des Farbenkleides der Falter, sondern auch der 5 Raupenstadien und hier überdies sogar des Geruchs- und Geschmacksinstinktes der F_1 - und F_2 -Generation ergeben hat.

Die Artkreuzung *C. euphorbiae* ♂ × *C. hippophæes* ♀ war auch deshalb eine überaus günstige, weil die Farbenkleider der beiden Grundarten nicht nur im Falter, sondern auch im Raupenstadium schroff kontrastieren (wie aus den farbigen Tafeln in der oben genannten Arbeit ersichtlich), und das Zeichnungsmuster der Falter ein einfaches ist.

Damit war es gegeben, dass in der F_2 -Generation eine so auffallend reine mendelsche Spaltung erfolgte, wie dies von einer andern Kreuzung irgendwelcher *Celerio*-Arten bei weitem nicht hätte erreicht werden können.

Ganz besonders wertvoll und entscheidend und gewissermassen eine feine Stichprobe auf Dominanz und Spaltung war der Umstand, dass die Raupen der verwendeten beiden Grundarten ganz verschiedene Pflanzen (Wolfsmilch respektiv Sanddorn) als Nahrung benützen.

Im ersten Stadium, d. h. bis zur ersten Häutung, dominierte und entschied die väterliche Art. Die Raupen nahmen nur Wolfsmilch aber keinen Sanddorn an, während in der F_2 -Generation die mit Spannung erwartete Sondernung eintrat und die einen nur Wolfsmilch, die andern nur Sanddorn als Nahrung wählten.

Wenn bei der genannten Kreuzung das ♂ von Wolfsmilchschwärmer und das ♀ vom Sanddornschwärmer zur Verbindung kamen, so war dies von den beiden Möglichkeiten der günstigste Fall. Wäre sie im umgekehrten oder reziproken Sinne erfolgt, also *hippophæes* ♂ × *euphorbiae* ♀, dann wäre ein solches Resultat oder überhaupt ein Erfolg nicht möglich gewesen, weil diese Kombination, wie sich später zeigte, Störungen aufweist, die eine F_2 -Generation kaum ermöglichen würde, aus Gründen, die in der frühern Arbeit, Seite 274,

bereits erwähnt sind und in den folgenden Mitteilungen ausgeführt werden sollen, zu denen sie im Sinne der Überschrift den Anlass gegeben haben.

Mit den sonderbaren Störungen verhält es sich wie folgt:

Bezeichnet man die beiden zu kreuzenden Arten mit A und B und ergibt die Verbindung $A \text{ ♂} \times B \text{ ♀}$ sowohl männliche als auch weibliche Falter in gleicher Zahl, also eine Geschlechtsproportion (GP) von $1 \text{ ♂} : 1 \text{ ♀}$, dann können in der Gegenkreuzung $B \text{ ♂} \times A \text{ ♀}$ die weiblichen Falter sich nicht entwickeln, weil die weiblichen Puppen oder schon die Raupen im Reife- oder in einem Frühstadium bereits absterben.

Indessen sind auch Hybriden von *Celerio*-Arten gezüchtet worden, die unter einer erheblichen Puppenzahl spontan einige wenige weibliche Falter ergaben, wie dies in der frühern Arbeit, Seite 265, für den Hyb. *tenerifana* gezeigt wurde.

FEDERLEY hat diese in verschiedenen Abstufungen sich zeigenden Fälle, wie er sie auch bei seinem *Pergesa*-Bastarden beobachtet hatte, als letale bzw. subletale (semiletale) bezeichnet. Eine Erklärung mit Skizze versuchte ich 1931, Seite 274, zu geben.

Anfänglich hielt man dieses seltsame Ereignis für ein Zeichen der Bastardschwäche oder sogar für eine Bastardkrankheit, da die erwachsenen Raupen unter argen Darmausscheidungen zu Grunde gingen, wie solche bei der berühmten Polyeder-Krankheit vorkommen, die bei den Bastardraupen, wenn auch selten, ebenfalls verheerend auftreten kann.

Ein *Celerio*-Hybrid, der hart an der Grenze der letalen Gruppe steht, und der sehr oft gezüchtet wurde und wird, immer in der angenehmen Hoffnung, dass doch einmal ein weiblicher Falter als Rarität schlüpfen werde, und der auch für die folgenden Untersuchungen verwendet wurde, ist der aus der Verbindung *C. galii* ♂ \times *C. euphorbiae* ♀, Abb. 1 und 2, stammende Hyb. *galiphorbiae* Denso, Abb. 3—8. Bis zum Jahre 1930 sind trotz den vielen Zuchten nur wenige weibliche Falter erhalten worden. BITINSKI, der sich als Chromosomenforscher besonders für die *Celerio*-Hybriden interessierte, konnte im ganzen in den Sammlungen und in der Literatur 6 Stück feststellen und schätzte die wirklich vorhandenen auf bloss etwa 10, denen aber tausende von Männchen und fast ebenso viele nicht geschlüpfte weibliche Puppen, d. h. im Puppenstadium abgestorbene Weibchen, gegenüberstehen.

Erklärung der Tafel

Fig. 1 *Cel. galii* ♂

Fig. 2 *Cel. euphorbiae* ♀

Fig. 3 *C. hybr. galiphorbiae* ♀
Bl. von *euphorbiae* ♀

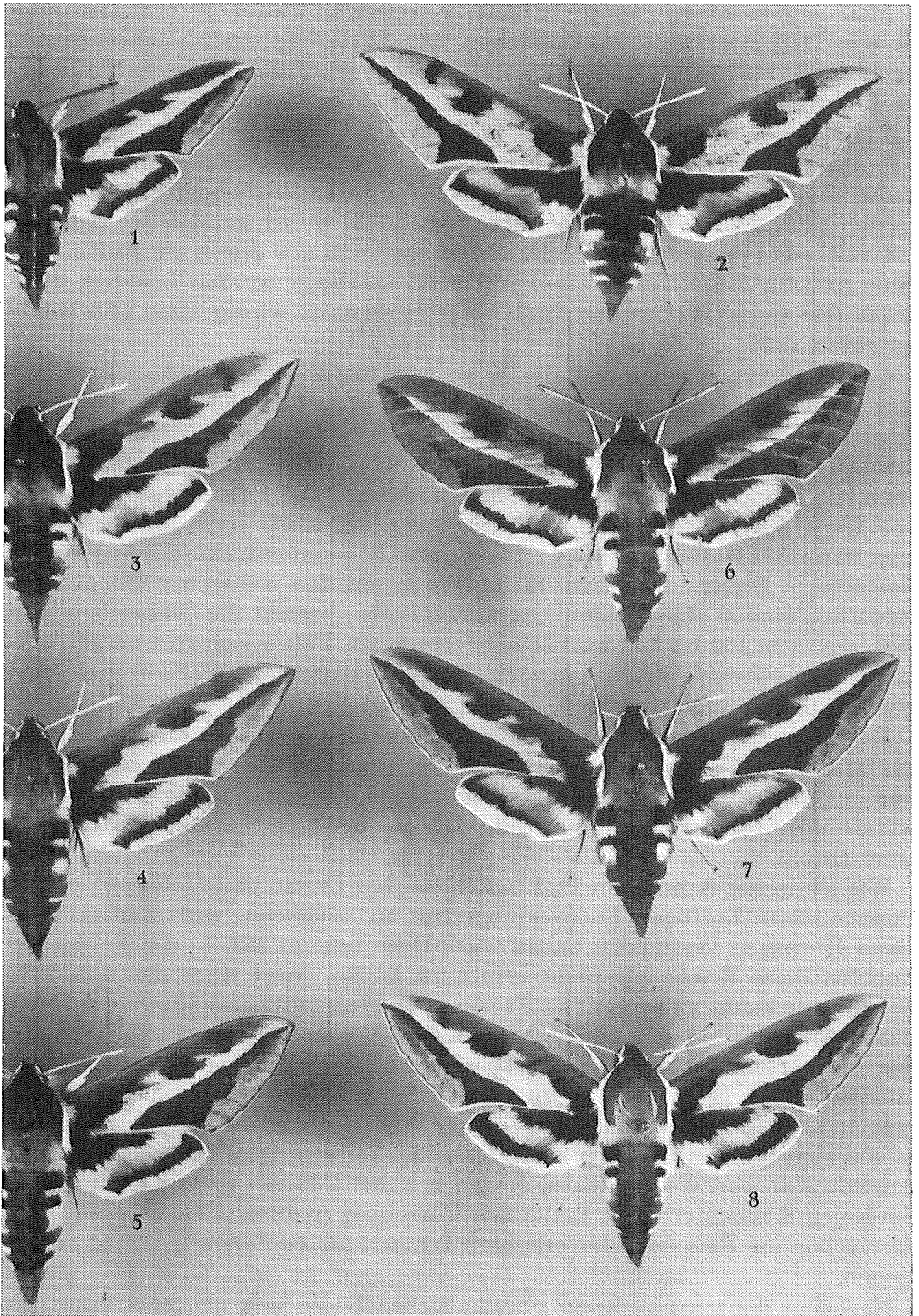
Fig. 4 *C. hybr. galiphorbiae* ♀
Bl. von *euphorbiae* ♂

Fig. 5 *C. hybr. galiphorbiae* ♀
Raupen in IV. Häutg. + 40° C

Fig. 6 *C. hybr. galiphorbiae* ♀
Mangan-Inj.

Fig. 7 *C. hybr. galiphorbiae* ♀
Bl. von hybr. *galiphorbiae* ♂

Fig. 8 *C. hybr. galiphorbiae* ♀
spontan geschlüpft



Man müsste sonach, um eventuell 10 weibliche Falter zu erhalten, mindestens 2000 Bastardraupen aufziehen. Die Fütterung einer solchen Anzahl nach der letzten (IV.) Häutung würde aber einen kaum geahnten Aufwand an Nahrung erfordern.

Zum Vergleich möchte ich die 1915 bis 1922 durchgeführten *A. paphiavalesina*-Zuchten anführen. Im Jahre 1917 waren 2000 Raupen, die kaum so gross sind wie die Raupen des Tagpfauenauges, aufzuziehen, die nach der letzten Häutung fast täglich 4 kg der grossen und fleischigen Blätter des Gartenveilchens (*Viola odorata*) erforderten, die auch nur durch die Auffindung eines grossen Bestandes in einer Gärtnerei beschafft werden konnten, demgegenüber die Blättchen der *Euphorbiae cyparissias* winzig klein und wenig ausgiebig sind.

Ganz anders verhalten sich die männlichen Puppen dieses Bastards. Ihre Entwicklung beginnt in der Regel durchwegs sofort und verläuft äusserst rasch und die Falter schlüpfen somit bereits im Nachsommer oder Herbst und machen sogar den Grundarten gegenüber eine schroffe Ausnahme. Die Männchen zeigen sich auch äusserst lebhaft und sind, wie Proben gezeigt haben, voll fertil. Von einer Bastardschwäche kann hier somit nicht die Rede sein, eher von einer Bastards t ä r k e, die mit dem bekannten Luxurieren gewisser Bastarde in Beziehung stehen dürfte. Wenn mit den weiblichen Puppen gelegentlich einmal einige männliche überwintern, besteht die Wahrscheinlichkeit, dass von 100 bis 150 weiblichen Puppen ein Falter sich spontan entwickeln wird, während die übrigen noch einige (im extremsten Falle 6) mal überwintern und dann absterben.

Es ist selbstverständlich, dass die vielen Züchter dieses Bastards von jeher auf Mittel und Wege sann, um diese stockende Entwicklung anzufachen und in Gang zu bringen und naturgemäss lag nichts näher als sie einer Dauerwärme oder Dauerhitze auszusetzen; alle dergleichen Versuche waren aber ohne Erfolg.

Wie ich in der Arbeit von 1931 berichtete, hat DENSO vorgeschlagen, diesen Puppen einen kräftigen Entwicklungsstoss zu versetzen, worunter er wohl einen Hitzestoss verstanden haben wird. Doch scheint sich in seinen eigenen Zuchten diese Erwartung nicht erfüllt zu haben, sonst wäre dies um 1930 BITINSKI bekannt geworden. — FEDERLEY in Helsingfors wandte nach brieflichen Mitteilungen bei seinen letalen respektiv subletalen *Pergesa*-Hybriden die verschiedensten Reize, insbesondere physikalischer Natur an, aber umsonst. Nach Erscheinen meines Berichtes 1931 war ich versucht, diesem heikeln aber reizenden Problem eventuell auch nachzugehen, in der Meinung, es von einer andern Seite her erschliessen zu können. Dasselbst machte ich im Anschluss an positive Resultate, die ich u. a. bei *Vanessa urticae-ichnusa* von Sardinien-Korsika erhalten hatte, den Vorschlag, nicht erst die Puppen, sondern schon die Raupen unter erhöhter Temperatur von etwa + 35° C aufzuziehen.

Nachdem die verschiedenen physikalischen Reize sich als unwirksam erwiesen hatten, blieb noch der chemische Weg offen und da lag es um

jene Zeit sozusagen in der Luft, an sogenannte Wirkstoffe oder Hormone zu denken, wie solche bereits im Tier- und Pflanzenreiche als Anreger des Wachstums mit Erfolg verwendet worden waren, also Thyroxin und Follikulin, zumal das letztere sozusagen als ein Urhormon gelten konnte.

Mehrfache Proben mit Follikulin (wässrige Lösung) und Thyroxin zeigten indessen keine Wirkung, es war nur sehr auffallend, welche hohen Dosen von Thyroxin vertragen wurden; eine Bestätigung hierfür fand ich später in dem 1938 erschienenen Sammelbericht von TH. V. D. WENSE: «Innere Sekretion bei wirbellosen Tieren», worin u. a. Versuche von E. ABDERHALDEN in Halle mit *Euphorbiae*-Raupen angeführt sind. Dortselbst ist auch mitgeteilt, dass v. BUDDENBROCK bei Raupen ein Häutungshormon nachgewiesen hat. Wenn noch nicht erwachsenen Raupen Blut von verpuppungsreifen injiziert wurde, so begannen sich die erstern auch zu verpuppen. Das Resultat ist zwar anfänglich etwas angezweifelt worden, dürfte aber gesichert sein, zumal von Herrn Prof. HADORN (1939) ein Hormon bei einer Fliege bestimmt nachgewiesen worden ist.

Ich möchte im Anschluss hieran nicht unterlassen, hier zwei Beobachtungen mitzuteilen, die ich vor vielen Jahren zu machen Gelegenheit hatte, dass nämlich Parasitismus in dem eben genannten Sinne zu wirken, d. h. Fröhreife bei Puppen auszulösen vermag:

1. Eine grosse Anzahl Raupen von *Vanessa polychloros* scharte sich zur letzten Häutung, wie üblich, zu einem Klumpen zusammen; eine einzige kroch nach etwa einer Stunde, als alle schon ruhig geworden, aus dem Klumpen heraus, begab sich an die Decke, spann sich dort fest und verwandelte sich in ein «Püppchen», aus dem ich als grösste Seltenheit einen winzig kleinen Falter erwartete. Aber eines Tages zeigte eine Flügelscheide einen Riss, von dem ein eingetrockneter Schleimfaden bis auf den Boden hinunterlief, woselbst eine Fliegenlarve lag. Der Schmarotzer hatte also die Raupe bereits in einem Vorstadium zur Verpuppung gebracht.

2. Während die Puppen des Segelfalters (*Pap. podalirius*) in der Sommergeneration grün sind, wie das grüne Laub, sind die Puppen der Wintergeneration dunkelbraun, wie die dürren Blätter. Diese scharfe Sonderung besteht bei unserem Schwalbenschwanz (*Pap. machaon*) nicht; im Sommer sind sie zumeist grün; bei den Winterpuppen finden sich graue, weiss-schwarz gestreifte und grüne. Unter mehreren Sendungen von Winterpuppen aus dem Auslande fanden sich einige hundert, die parasitiert, d. h. von einer grossen Schlupfwespenlarve bewohnt waren und alle diese Puppen waren grün gefärbt. Der Parasitismus hatte sonach die grüne Färbung der sich schnell entwickelnden Sommergeneration ausgelöst und anscheinend geschah dies in diesem, wie im vorigen Falle, auf hormonalem Wege.

Beschaffung, Beurteilung und Verwendung des Materials

Das Puppenmaterial musste zumeist vom Ausland bezogen werden; eigene Zuchten waren bei dem spärlichen Vorkommen der *Euph. cyparissias* bei

Zürich ganz besonders infolge des Anbaues während und nach der Kriegszeit kaum mehr möglich. Neben Puppen des Bastards waren auch solche der beiden Grundarten als gelegentliche Spender vorrätig zu halten. Verschiedene Umstände bereiteten Schwierigkeiten und verhinderten die Versuche auf längere Zeit. Dazu zwang die ungewöhnliche Langlebigkeit dieser Puppen zu einem langen Warten auf das Endresultat. Im Sommer 1943 wurden die schon erwachsenen Raupen einer *galiphorbiae*-Zucht von einer perakut verlaufenden Polyeder-Krankheit (mikroskopisch nachgewiesen) innert wenigen Tagen restlos vernichtet. Einmal erwies sich eine kleine Zahl besonders grosser weiblicher Puppen als parasitiert, im Frühjahr schlüpfen aus ihnen Fliegenlarven, obgleich der Züchter alle Vorsicht auch beim Futterwechsel angewandt zu haben glaubte.

Leider konnte auch der Thermostat in den Übergangszeiten besonders im Herbst infolge der kriegsbedingten Gassperre nicht gebraucht werden.

Ab 1948 hat Herr HERMANN MEYER in Wangen bei Dübendorf als gewandter Hybridenzüchter, versehen mit Warmhaus, elektrischem Thermostat und gutem Wolfsmilchbestand, vielfach mitgewirkt, als vom Auslande her fast kein Material mehr zu bekommen war.

Hinsichtlich der *Z e i t*, in der die gedachte Prozedur vorgenommen werden sollte, ob *v o r* oder erst *n a c h* der Überwinterung, hatte man sich ganz nach den *S p e n d e r n* zu richten und diese schienen dann geeignet, sobald ihre Augen sich zu verdunkeln begannen (was bei den meist hellfarbigen im durchfallenden Lampenlicht leicht zu erkennen war), und weiter in den nächstfolgenden Tagen, denn es war anzunehmen, dass diese Verdunkelung als erstes sichtbares Zeichen der beginnenden Entwicklung das Auftreten des entsprechenden Hormons anzeige. Bei den Hybriden *galiphorbiae* waren somit die eigenen Bastardmännchen bereits im Herbst oder sofern einige Männchen mitüberwinterten im nächsten Sommer, etwa im Mai und Juni, zu verwenden.

Die *T e c h n i k* dieser Blut- oder Hämolymphe-Übertragung, die man als *T r a n s f u s i o n* bezeichnen kann, war eine einfache, nur musste dafür gesorgt werden, dass sie steril ausgeführt wurde. Die Empfänger- und Spenderpuppen wurden zunächst mit warmem Wasser abgespült, um den anhaftenden Staub zu entfernen, dann zwischen Zellstofflagen leicht gerollt, um sie zu trocknen und die beiden Sorten streng getrennt in reine Petrischalen gelegt.

Als Einstichstelle in die Chitinschale wurde beim Empfänger auf der rechten Seite jenes Segment, auf dem die Flügelenden aufliegen, zwischen dem Flügelrande und dem Stigma, beim Spender die Scheitelstelle über dem Kopfe, gewählt. Mit einem kleinen Jodtampon wurde die genannte Stelle und ihre nähere Umgebung bestrichen und hernach mit einem mit Alkohol befeuchteten Tampon abgewischt. Mit der Injektionsnadel Nr. 14 wurde am Scheitel der narkotisierten Spenderpuppe ein Stich angebracht und das aus der kopfübergehaltenen Puppe austretende klare hellgrüne Blut mit einer stumpfen, fast waagrecht gehaltenen Tuberkulinspritze (altes Modell mit blauem Stempel) aufgenommen. Erst jetzt wurde die feinste vorhandene

Nadel Nr. 20 auf den Spritzenkonus aufgesetzt und an der genannten Stelle der waagrecht gehaltenen Empfängerpuppe etwas schräg nach vorn in die harte Chitinschale, nicht in die weiche Gelenkhaut, eingeschoben, und, um den Darm nicht zu verletzen, etwas dorsal gegen den Thorax geführt und langsam injiziert. Die kleine Stichöffnung wurde, wenn nötig, mit Zellstoff getrocknet und mit einem Tropfen Kolloidum verschlossen.

Die Tuberkulinspritze ist so geteilt, dass ein Strich ziemlich genau einem Tropfen, gemessen an der Nadel Nr. 20, entspricht; in jede Puppe wurden 3 bis 5 Striche gegeben. Ein Spender konnte in den ersten Tagen nach begonnener Verdunkelung der Augen für 2 bis 4 Empfänger genügen; später wurde die Menge sehr gering und infolge ihrer Dickflüssigkeit unbrauchbar.

Da damals bereits bekannt war, dass Hormone selbst in hoher Verdünnung noch zu wirken vermögen, glaubte ich, mit der zunächst bloss gefühlsmässig gewählten Dosis das Richtige getroffen zu haben.

Ausser den Bastardmännchen haben sich auch die Puppen beiderlei Geschlechts der Grundarten als ungefähr gleichwertige Spender erwiesen, dagegen weit weniger die Puppen anderer *Celerio*-Arten, oder gar solcher anderer Gattungen, und das Blut weit entfernt stehender Arten, wie z. B. von Tagfaltern (*Pyr. atalanta*, *Vanessa urticae*, *io*) die natürlich zufolge ihrer Kleinheit auch eine geringere Menge Hormon enthalten, hatten in den obigen Dosen keinen Erfolg und bei grösserer Injektionsmenge (6 bis 10 Teilstriche) wirkte es direkt toxisch, die Puppen wurden nach wenigen Stunden schwarz und starben ab, was möglicherweise damit zusammenhängt, dass von der Raupennahrung, der Brennessel, stammende Stoffe in der Puppe vorhanden sind, die auf den Empfänger schädlich wirken.

Bemerkenswert war das Verhalten der Spender: Füllte ich sie mit Blut etwa einer schadhafte Puppe einer Grundart oder mit wenig Blut und zum grossen Teil mit physiologischer Kochsalzlösung wieder auf, entwickelten sie sich meistens weiter und ergaben einen lebhaften Falter.

Der erste Versuch von 1937 bis 1939 hatte ein überraschendes Resultat (16 weibliche Falter = 28 %), ergeben. Es scheint mir indessen wahrscheinlich, dass die betreffenden Puppen eine gewisse Neigung zur Entwicklung besaßen, weil mit den weiblichen Puppen auch eine kleine Zahl männlicher überwinterte. Indessen war die Zahl 16 so hoch, dass sie durch die blosser Neigung ohne die Hormongabe wohl nicht verständlich wäre, denn von 25 Kontrollpuppen, die ich für die nächsten 2 Jahre aufbewahrte, schlüpfte spontan nur ein Falter (= 4 %), die andern 24 zeigten dagegen weiter keine Entwicklung und starben bis zum dritten Jahre ab.

Obleich ich mich bei diesen Untersuchungen mit keiner weitem Vererbungsfrage, sondern einzig mit dem Ziele befasste, ob diese zum Tode bestimmten Puppen zum Leben gebracht werden könnten, entschloss ich mich in Anbetracht der erheblichen Zahl geschlüpfter Weibchen, einem Wunsche BRINSKI's nachzukommen. Er hatte diese so seltenen Weibchen als *A u s s e r n a h m e w e i b c h e n* bezeichnet und an die Züchter einen Aufruf erlassen, bei sich irgend bietender Gelegenheit ein solches Weibchen mit dem Männ-

chen einer Grundart zurückzukreuzen, weil er sich davon die Lösung einer Vererbungsfrage versprach. Da um jene Zeit gerade einige frischgeschlüpfte Männchen von *euphorbiae* und *galii* zur Verfügung standen, setzte ich im Laufe einiger Tage 8 Weibchen zu den Männchen in den Flugkasten; es kam aber zu keiner Kopula. Dieses sonderbare Versagen fand seine Aufklärung darin, dass diese Weibchen, wie die nach ihrem Absterben vorgenommene Kontrolle zeigte, ganz steril waren. Sie enthielten keine Eier im Leibe, und so hatte ich die wertvollen Weibchen umsonst geopfert. Bei ihnen war ein eventueller Eiervorrat durch leichte Pressung des Hinterleibes, wie dies 1922 bei dem Hybriden-*euphaës*-Weibchen so leicht gelang und damit schlagartig eine wichtige Entscheidung ermöglichte, nicht festzustellen und eine stärkere Pressung erschien unerlaubt, weil die Eiröhren hätten verletzt werden können. Auch die Wasser- oder Schwimmprobe der reifen Puppen vermochte hier nicht zu entscheiden; frische Celeriopuppen tauchen im lauwarmen Wasser unter, aber schon nach wenigen Wochen bleiben sie an der Oberfläche.

Hatte sich die angewandte Dosis beim ersten Versuche als ausreichend erwiesen, erschien sie bei spätern vielfach zu niedrig; die Puppen entwickelten sich zwar, wie an der Verdunkelung der Augen zu erkennen war, und die Entwicklung ging weiter, verzögerte sich aber deutlich und blieb schliesslich auf halbem Wege stecken. Die Dosis musste also erhöht werden. Dies ging bis zu etwa 8 Teilstrichen; bei 10 Strichen stellten sich bereits Störungen ein, die auf Raumbeengung zu beruhen schienen, so dass dem Empfänger vorher eine entsprechende Menge seines Blutes entzogen werden musste, um Platz zu schaffen. Herr MEYER, der ab 1948 auf meinen Wunsch auch solche Injektionen vornahm, ging darin möglichst weit und mit Erfolg. Es ist anzunehmen, dass eine normale Puppe zu ihrer vollen Entwicklung das gesamte von ihr produzierte Hormon für ihre Entwicklung benötigt. Andererseits hat der erste Versuch und haben auch spätere Versuche gezeigt, dass auch geringe Mengen die Entwicklung ermöglichen und dass Spender nach der Blutentnahme mit dem verbliebenen Rest unter geringer Nachhilfe ihre Entwicklung fertig bringen.

Die Zeit der Entwicklung bis zum Schlüpfen schwankte individuell ganz bedeutend von 3 Wochen bis zu 20 Monaten.

Im Jahre 1946 wurden die Raupen eines von mir erhaltenen Eigeleges auf meinen Wunsch von Herrn RÜTTIMANN in Huttwil und Herrn MEYER in Wangen bei Dübendorf in Thermostaten bei erhöhter Wärme von etwa $+36^{\circ}$ C aufgezogen, was allerdings eine etwas umständliche Arbeit erforderte. Im Herbst konnte ich alsdann mehrere Weibchen mit dem Blute ihrer eigenen Bastardmännchen versehen. Während der Überwinterung spielte dann aber die Tücke der Witterung übel mit. Nach vorausgegangenen Nachttemperaturen von etwa -10° C sank in zwei aufeinanderfolgenden Nächten die Temperatur auf -15° C. So tiefen Frost ertrugen viele der Bastardpuppen nicht und gingen ein; die besser geschützten zeigten späterhin vielfach Anläufe zur Entwicklung, vermochten dann aber diese infolge einer durch den Frost erlittenen Schwächung nicht durchzuführen. Immerhin schlüpfen 2 Falter. —

Früher wurde von den Züchtern gewarnt, solche Bastardpuppen überhaupt dem Frost auszusetzen. Ich habe 1938 und später nach mehrtägigem Frost von -6° C keinen Schaden gesehen und weitere Erfahrung zeigte, dass -10° C die äussere Grenze sein dürfte.

Ein Experiment im gleichen Sinne wurde von mir vorgenommen; es wurden 10 Raupen in der letzten (IV.) Häutung $1\frac{1}{2}$ Stunden lang einer Temperatur von $+40^{\circ}$ C ausgesetzt. Aus den erhaltenen Puppen schlüpften 2 Falter, von denen einer etwas lädiert war, der andere dagegen sogar eine kleine Anzahl Eier enthielt (Abb. 5).

Neben den Transfusionen wurden wiederholt auch Injektionen von *organischen* Substanzen vorgenommen, von denen sich nur das *Mangan* als wirksam gezeigt hat; von einer 1%igen Lösung von Kaliumpermanganat wurde mit der Spitze 1 Teilstrich aufgenommen in einer 2-cm³-Ampulle mit aq. bidest. gemischt und hiervon 2—4 Teilstriche in gleicher Weise wie bei der Blutübertragung injiziert; die Wirkung war auch annähernd die gleiche. Manche Puppen entwickelten sich bloss zur Hälfte, andere bis zur Ausfärbung des Falters und zwei ergaben einen Falter, während ein kleiner Rest ohne zu reagieren nach und nach abstarb. Abb. 6 zeigt einen solchen Manganfalter. Das Mangan hatte sich hier, wenn man so sagen darf, fast wie ein metallisches «Hormon» ausgewirkt.

Ein Vergleich der verschiedenen Versuche erlaubt die Annahme, dass mit dem Blute ein Entwicklungshormon übertragen wurde, so dass auch bei diesen Kleintieren das *VENZMERSCHE* Wort gilt: «Deine Hormone Dein Schicksal.»

Erst im Sommer 1950 kam als kleine Überraschung in den *MEYERSCHEN* Zuchten eine Wendung:

Von Herrn Dr. *THOMANN* in Landquart hatte ich eine von einer erwachsenen Freilandraupe stammende männliche *galii*-Puppe erhalten; den frisch geschlüpften Falter übergab ich Herrn *MEYER*, der zufällig gerade ein geschlüpftes *euphorbiae*-Weibchen aus einer Nachzucht der andalusischen oben tief karminrot gefärbten ab. *grentzenbergi* im Flugkasten hatte; es kam am gleichen Abend zu einer Kopula. Die Zucht der Raupen verlief ungestört und ergab 29 ♂♂ und 27 ♀♀ Puppen, und nun zeigte sich das sonderbare und meines Wissens bisher nicht beobachtete Verhalten, dass von den männlichen Puppen keine vor der Überwinterung schlüpfte, sondern alle mit den weiblichen überwinternten. Herr *MEYER* übergab mir 12 dieser Puppen, an denen mir eine ungewöhnliche Färbung auffiel: Hinterleib, Rücken und Thorax waren dunkelbraun gefärbt, Nacken, Kopf, Brustteil und besonders die Flügelscheiden waren dagegen fast einfarbig hellgrün; es fehlte ihnen die besonders von *euphorbiae* her bekannte feine, dunkelbraune bis schwärzliche Querstrichelung oder Sprenkelung (sogenannte Sperberzeichnung). Nachdem ich aber den weiblichen Puppen Hormonblut gegeben, begann sich die unterbliebene dichte Sprenkelung einzustellen, ein Zeichen dafür, dass die Injektion die Entwicklung angeregt hatte.

Diese weiblichen Puppen zeigten, wie erwartet worden war, eine sichtliche Neigung zur Selbstentwicklung. Herr *MEYER* erhielt von seinen 15 Pup-

pen, denen er allerdings 5—8 Teilstriche Blut der Bastardmännchen gegeben hatte, vom Sommer 1951 bis im Dezember 8 Falter. Von meinen 12 Puppen entwickelte sich die eine sehr langsam, färbte sich aus, schlüpfte aber nicht. Bei einer zweiten verlief die Entwicklung ungewöhnlich rasch bis zur Ausfärbung, dann gab sie aber kein Lebenszeichen mehr von sich, und als nach zwei weiteren Tagen trotz ausgestrecktem Hinterleib der Falter immer noch nicht geschlüpft war, nahm ich sie in die geschlossene Hand und hauchte mehrmals warme Luft hindurch, wie man dies zur Qualitätsprüfung bei *Celerio*-Puppen zu tun pflegt, aber es erfolgte nicht die geringste Reaktion und enttäuscht legte ich sie in den Behälter zurück. Als ich etwa 10 Minuten später nach ihr sehen wollte, war sie zu meiner Überraschung leer und im Gazedach saß der Falter (Abb. 8). Die übrigen Puppen überwinterten.

Ich führe dieses Vorkommnis hier an, weil es sich nicht selten ereignet, dass ausgefärbte und schlüpfertige Bastardfalter gegen alle Erwartung doch nicht schlüpfen, sondern regungslos in der Puppenschale liegen bleiben und absterben.

In der MEYERSchen Neuzucht eines *Celerio*-Hybriden traf dieses Versagen bei sämtlichen weiblichen Puppen ein; auch bei normalen Arten ist diese Störung ab und zu zu beobachten.

Man könnte versucht sein, anzunehmen, dass sogar ein besonderes Schlüpfhormon besteht, das in den genannten Sonderfällen nicht zur Wirkung gelangte, aber durch einen mässigen Wärmestoss eventuell aktiviert werden kann.

Mit den hier mitgeteilten Ergebnissen ist die *galiphorbiae*-Frage noch nicht erledigt; sie bilden vielmehr eine Vorarbeit und können dem, der sich weiter damit befassen möchte, manchen interessanten Aufschluss und wertvollen Hinweis geben. Die in den verschiedenen Versuchen erhaltenen Weibchen sind nun keine Ausnahmeweibchen mehr, die *galiphorbiae*-Frage ist durch sie, wie auch mit der am Schlusse besprochenen Zucht in ein neues Stadium gelangt und es werden im weiteren die Gründe für diese Verschiebung nachgewiesen werden können.

Schlusswort

Ich habe an dieser Stelle meinen besondern Dank auszusprechen dem Kuratorium der Claraz-Schenkung der Universität Zürich für den Ersatz der gehabten Auslagen, wodurch diese Untersuchungen wesentlich erleichtert wurden.

Weiter habe ich zu danken Herrn RÜTTIMANN in Huttwil und Herrn HERMANN MEYER in Wangen bei Dübendorf für ihre vielfache Mithilfe in Hybridenzuchten und für die Überlassung des entsprechenden Puppenmaterials.